

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01141161.9

[43] 公开日 2002 年 5 月 8 日

[11] 公开号 CN 1347783A

[22] 申请日 2001.9.29 [21] 申请号 01141161.9

[30] 优先权

[32] 2000.10.5 [33] JP [31] 306546/00

[71] 申请人 松下电工株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 阿部谕 吉田德雄 东喜万  
峠山裕彦 不破勋 上永修士  
待田精造

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

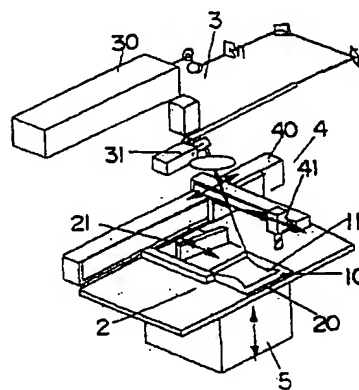
代理人 闻 卿

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图页数 14 页

[54] 发明名称 制作三维物体的方法及装置

[57] 摘要

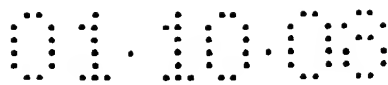
为了制作三维物体,首先将一光束照射在粉末层的预定部位上,形成一烧结层,然后该烧结层将被一新的粉末层覆盖。将光束再次照射在新的粉末层的预定部位上,形成与下面的烧结层相结合的另一烧结层。重复进行这些过程以形成多个结合在一起的烧结层,它们的尺寸大于三维物体的目标形状。在许多烧结层形成的过程中可去除当时形成的成形物体的一表面区域。



ISSN 1000-8427 4

知识产权出版社出版

BEST AVAILABLE COPY



# 权 利 要 求 书

1. 一种制作三维物体的方法，它包括下列步骤：
  - (a) 将一光束照射在一粉末层的预定部位上，形成一烧结层；
  - (b) 用新粉末层覆盖该烧结层；
  - (c) 将光束照射在新粉末层的预定部位上，形成与下面的烧结层相结合的另一烧结层；
  - (d) 重复步骤(b)和(c)以形成多个结合在一起的烧结层，它们的尺寸大于三维物体的目标形状的尺寸；以及
  - (e) 去除在步骤(d)中形成的成形物体的一表面区域。
2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，在步骤(a)前还包括下列步骤：
  - (a1) 将一基部放置在烧结台上，所述基部将构成三维物体的下部结构；
  - (a2) 加工该基部；以及
  - (a3) 将基部对准光束照射的位置。
3. 如权利要求2所述的方法，其特征在于，在步骤(a1)前还包括下列步骤：

将机加工基部所需的时间和形成与基部形状相同的许多烧结层所需的时间相比较；以及

如果可确定前者所需的时间短于后者，则应制作基部。
4. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，被去除的表面区域的厚度大于粘附在烧结层上的粉末材料所产生的表面层的厚度，该表面层的密度低于烧结层。
5. 如权利要求4所述的方法，其特征在于，去除表面区域将露出烧结层。
6. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，用切削的方法去除表面区域。
7. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，用激光去除表面区域。
8. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，在步骤(e)前还包括步骤：将光束照射在待去除的部位上，以软化该部位。
9. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，在步骤(e)后还包括步骤：将光束照射在成形物体已去除了表面区域的部位上，因而可增大该部分的密度。
10. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，在步骤(e)的过程中去除烧结层周围的未烧结粉末或去除表面区域所产生的切屑。
11. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，在步骤(e)前还包括步骤：

去除烧结层周围的未烧结粉末。

12. 如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，在步骤 (e) 后还包括步骤：  
将树脂或蜡填入已去除未烧结粉末或切屑的空间。

13. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在步骤 (e) 前还包括步骤：  
凝固未烧结粉末。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，以冷冻的方法凝固未烧结粉末。

15. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，使用树脂或蜡凝固未烧结粉末。

16. 一种制作三维物体的装置，包括：

一用于形成粉末层的粉末层形成部件；

一用于形成烧结层的烧结层形成部件，它将光束照射在粉末层的预定部位上；

一用于调节所述烧结层形成部件和烧结层之间距离的距离调节器；以及

一用于去除密度低于烧结层的密度的表面层的表面层去除部件。

17. 如权利要求 16 所述的装置，其特征在于，还包括一紧靠所述粉末层形成部件的排放件，它可用于排放未烧结粉末或表面层去除部件所产生的切屑。

18. 如权利要求 16 所述的装置，其特征在于，还包括一排放件，它可用于排放未烧结粉末或表面层去除部件所产生的切屑，所述排放件具有一驱动件，该驱动件可沿每一待成形平面的轮廓线移动所述排放件。

# 说明书

## 制作三维物体的方法及装置

### 技术领域

本发明涉及制作三维物体的方法及装置，它用光束烧结并硬化粉末材料以获得目标物体。

### 背景技术

日本专利 No. 2620353 公开了一种制作三维物体的方法，称为照相定形法 (photo-shaping)。根据该专利，如图 21A 所示，光束 L 首先照射在一层粉末材料的预定部位上以形成一烧结层 11，所述粉末材料可以是有机物质，也可以是无机物质。然后获得的烧结层 11 被覆盖了一层新的粉末材料，光束 L 照射在新层的预定部位上以形成一新的烧结层 11，它将与下面层 11 相结合。重复进行这些过程，使许多烧结层 11 一层层牢固地叠压起来，形成烧结制品或三维物体。根据该方法，将三维物体的设计数据（计算机辅助设计的数据）的模型切成所需厚度的薄片，使基于获得的每一层的分段式数据用来引导光束 L 的照射。因此，没有计算机辅助制造设备，上面提及的方法也可用于制作任意形状的三维物体，相对于使用切削作业的方法，它可以更迅速地获得任何所需形状的物体。

然而，如图 21A 所示，根据该方法，由于其中产生的热传递会使不必要的粉末 15 粘附在烧结和硬化部位上，因此将在成形物体上形成一低密度的表面层 16。

日本公开专利申请（未经审查）No. 2000-73108 公开了将图 21B 所示的阶梯状的外部去除。然而，如图 21C 所示，即使去除了阶梯状的外部，低密度的表面层 16 仍然被保留着，并且会因此无法得到光滑的外表面。

此外，除非烧结层可在烧结过程中具有足够的密度（例如孔隙率小于 5%），否则即使在去除外部之后，由于烧结层表面仍有微孔，去除阶梯状的外部将无法产生平滑的外表面。

同样在成形之后，对成形物体进行精加工以去除低密度的表面层会对由成形物体的外形确定的精加工工具有所限制。例如，由于小直径的工具在长度上受到限制，有时会无法切削相对较深和较窄的沟槽。在这种情况下，需要附加的放电加工，但这会产生时间和成本方面的问题。

另外，由于采用粉末烧结法来制作整个三维物体，或由于采用激光光束烧结

每一粉末层，因此根据待制作的三维物体的形状有时会花费大量的时间。

### 发明内容

本发明用于克服上述缺点。

本发明的一个目的是提供一种改进的方法和装置，它可以在短时间内制作三维物体。

本发明的另一目的是提供一种上述类型的方法和装置，它能够低价地、光滑地精加工该物体表面，而与其形状无关。

为了完成以上及其它的目的，本发明的方法包括下列步骤：(a) 将一光束照射在一粉末层的预定部位上，形成一烧结层；(b) 用新粉末层覆盖该烧结层；(c) 将光束照射在新粉末层的预定部位上，形成与下面的烧结层相结合的另一烧结层；(d) 重复步骤 (b) 和 (c)，形成多个结合在一起的烧结层，它们的尺寸大于三维物体的目标形状的尺寸；以及 (e) 去除在步骤 (d) 中形成的成形物体的表面区域。

由于在步骤 (d) 的过程中进行了步骤 (e)，可使物体表面的精加工不会受到精加工机器尺寸的限制，例如钻头的长度或类似因素。

本发明的方法在步骤 (a) 前还包括下列步骤：(a1) 将一基部放置在烧结台上，该基部将构成三维物体的下部结构；(a2) 加工该基部；以及 (a3) 将基部对准激光束照射的位置。

基部的设定将无需形成并烧结相当于基部厚度的一定数量的粉末层，可减少迄今经过多个烧结加工以制出三维物体所需的时间。基部的设定对于制作具有较高深宽比的狭窄沟槽的三维物体同样有效。

在步骤 (a1) 之前，将加工基部所需时间与形成和基部形状一样的许多烧结层所需时间相比较，如果可确定前者所需的时间短于后者，则应制作基部。

如果基部具有其中形成一些烧结层的一凹口或其上形成最底烧结层的平面，可以增加基部和烧结层之间的接合强度。

较佳的是，被去除的表面区域的厚度大于粘附在烧结层上的粉末材料所产生的低密度表面层的厚度。这种做法可以平滑地精加工物体的表面。

如果去除表面区域会暴露出烧结层，该暴露的表面密度将较高，并会因此变得平滑。

切削去除表面区域的较佳方法是，在步骤 (e) 前将光束照射在待去除部位

上以使其软化。光束的照射将减少切削力，可减少切削时间并延长切削工具的使用寿命。

可用激光来去除表面区域。

有利的是，在步骤（e）后将光束照射在已去除表面区域的成形物体的一部分上，藉此增大该部分的密度。

又一有利的是，在步骤（e）的过程中去除烧结层周围的未烧结粉末或去除表面区域所产生的切屑。这种做法可使此后形成的新粉末层不会受到这些切屑的不利影响。

在步骤（e）前，可以去除烧结层周围的未烧结粉末。在这种情况下，由于不会有切屑混入未烧结粉末，因此可重新使用未烧结粉末。

在步骤（e）后，将树脂或蜡填入已去除未烧结粉末或切屑的空间中。使用树脂或蜡可减少随后形成一新粉末层时的粉末数量。

在步骤（e）前，可用冷冻的方法或使用树脂或蜡凝固未烧结粉末。在这种情况下，无需重新填入粉末材料，只需简单地去除切屑即可。

另一方面，本发明的装置包括：一用于形成粉末层的粉末层形成部件、一用于形成烧结层的烧结层形成部件，它将光束照射在粉末层的预定部位上、一用于调节所述烧结层形成部件和烧结层之间的距离的距离调节器、以及一用于去除密度低于烧结层的密度的表面层的表面层去除部件。

上述构造的装置有助于提高物体表面的质量。

该装置还可包括一紧靠所述粉末层形成部件的排放件，它可用于排放未烧结粉末或表面层去除部件产生的切屑。该排放件可防止新粉末层受到切屑的不利影响。

该排放件可具有一驱动件，它可沿每一待成形平面的轮廓线移动排放件。

### 附图说明

以下结合附图对较佳实施例进行描述，这将使本发明的上述及其它目的和特征更为清楚，相同的标号始终标示相同的部分，其中：

图1示出了本发明的第一实施例的制作三维物体的装置的立体图；

图2示出了创建三维物体的正视图；

图3是表示如何制作三维物体的数据流程；

图4示出了具有高密度表面区域的模型的正视图；

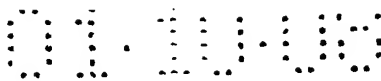


图 5A 是许多烧结层的垂直剖视图；

图 5B 是在去除表面区域后，许多烧结层的垂直剖视图；

图 6A 是具有相同多余厚度的成形物体的垂直剖视图；

图 6B 是与图 6A 相似的示意图，描述了具有不同多余厚度的另一成形物体；

图 7 是与图 6A 相似的示意图，描述了当目标物体具有平缓斜坡时切削的垂直间距；

图 8 是在光束照射在就位于切削工具前的一部分物体时的成形物体的立体图；

图 9 与图 8 相似，是光束照射在工具通过后的一部分上时的立体图；

图 10 示出了图 1 所示的装置经过修改后的立体图；

图 11 示出了图 1 所示的装置经过另一修改后的立体图；

图 12A 示出了设于上述成形物体上的吸入嘴的正视图；

图 12B 示出了设于上述成形物体上的另一吸入嘴的正视图；

图 13A 示出了与粉末容器相通的吸入嘴的正视图；

图 13B 与图 13A 相似，是在与切屑容器相通的吸入嘴的正视图；

图 14A 示出了将树脂或蜡填入已去除未烧结粉末的空间时成形物体的垂直剖视图；

图 14B 与图 14A 相似，是在图 14A 的成形物体上形成新的粉末层时的示意图；

图 14C 是与图 14A 相似的示意图，但描述了未烧结粉末冷冻凝固的情况；

图 15 示出了安装在驱动件上以驱动校平刀片的吸入嘴的正视图；

图 16A 是安装在 XY 驱动件上的专用吸入嘴的立体图；

图 16B 是与图 16A 相似的示意图，描述了安装在表面层去除部件的 XY 驱动件上的吸入嘴；

图 17 示出了本发明的第二实施例的制作三维物体的装置的立体图；

图 18A 至 18D 示出了描述如何在基部上形成许多烧结层的正视图；

图 19 是需要光束照射的位置对准光束实际照射的位置时基部的俯视平面图；

图 20 示出了一个三维物体示例的正视图；

图 21A 是许多烧结层的垂直剖视图，描述了其粘附不必要的粉末的状态；

图 21B 是具有阶梯状外部的许多烧结层的垂直剖视图；以及

图 21C 是在去除阶梯状外部后，许多烧结层的垂直剖视图。

## 具体实施方式

本申请分别基于申请于 2000 年 10 月 5 日的日本 No. 2000-306546 以及申请于 2001 年 6 月 26 日的日本 No. 2001-192121 的申请文本，下文将援引它们的全部内容作为参考。

现在请参照附图，图 1 中所示的是本发明的第一实施例的制作三维物体的装置。所示装置包括一用于形成粉末层 10 的粉末层形成部件 2、一用于形成烧结层 11 的烧结层形成部件 3 以及一用于去除低密度表面层的表面层去除部件 4。在圆筒体包围的一空间里垂直移动的烧结台 20 上供应有机或无机粉末材料，使用校平刀片 21 将粉末材料校平，可使粉末层形成部件 2 形成所需厚度为  $\Delta t_1$  的粉末层 10。驱动件 5 驱使烧结台 20 上下移动。激光束发生器 30 发出的激光借助扫描光学系统照射在粉末层 10 上，使烧结层形成部件 3 形成烧结层 11，所述扫描光学系统包括偏转板 31 和类似装置。一激光振荡器可较好地作为激光束发生器 30。表面层去除部件 4 包括一安装在其基部上的 XY 驱动件 40 和一安装在 XY 驱动件 40 上的精加工机器 41。较佳的 XY 驱动件 40 可使用一线性电动机来高速驱动。可将一电流镜较佳地作为偏转板 31。一切削机（诸如端铣床或钻床）、激光束发生器或通过对物体吹烧结粉末从而相对物体进行塑性加工的喷砂机可较佳地用作为精加工机器 41。可用一极坐标驱动件代替 XY 驱动件 40。

图 2 描述了如何使用上面提到的装置制作三维物体。如图所示，有机或无机粉末材料首先被施加在安装于烧结台 20 上的基部 22 上，所述烧结台可作为调节烧结层形成部件 3 和烧结层之间的距离的距离调节器。然后，校平刀片 21 将施加在基部 22 上的粉末材料校平，以形成第一粉末层 10，一光束（激光束）L 照射在第一粉末层 10 的所需部位上以将其烧结，因而形成与基部 22 相结合的烧结层 11。

此后，烧结台 20 被降低了一预定长度并再次施加粉末材料和用校平刀片 21 将其校平，以形成第二粉末层 10。光束 L 再次照射在第二粉末层 10 的所需部位上以将其烧结，因而形成与下面的烧结层 11 相结合的另一烧结层 11。

反复进行在烧结台降低后形成一新粉末层 10 的过程和光束 L 照射在新的粉末层 10 的所需部位以形成新的烧结层 11 的过程，藉此制成三维物体。总体上具有平均直径约为 20 微米的球形铁粒粉末可以较好地作为粉末材料，二氧化碳激光器可较好地作为光束。每一粉末层 10 的较佳厚度  $\Delta t_1$  约为 0.05 毫米。

图 3 示意地描述了一个本发明的数据流程示例。该数据流程使理想的三维计算机辅助设计模型有两种数据，一种数据表示激光照射的路径，另一种数据表示



切削的路径。从三维计算机辅助设计的数据中预先设计这些路径，以示出理想的形状。

激光照射的路径基本上与传统成形方法相同，其中以等距（在本实施例中为 0.05 毫米）对从三维计算机辅助设计模型产生的 STL 数据进行分层（slicing）所得到的每一部分的轮廓数据限定了目标形状。将轮廓数据加上激光照射条件（扫描速度、光点直径、功率及类似条件）以产生新数据，再使它们传递给精加工过程。

所获得的切削路径考虑到三维计算机辅助制造中使用的加工工具的直径、种类、进给速度、旋转速度等因素。表示该路径的数据也将被传递给精加工过程。

激光烧结过程中使用表示激光照射路径的数据，高速切削过程中则使用表示切削路径的数据。反复进行这二个过程以完成目标物体。

较佳地引导光束的照射以使至少将三维物体的表面区域烧结为高密度（例如孔隙率小于 5%）。此原因是：即便表面层去除部件 4 去除表面层，如果表面区域密度较低，表面去除加工后露出的表面仍然是疏松的。因此，如图 4 所示，模型数据被分成表面区域 S 和内部区域 N 两部分，光束在下列状态下照射：内部区域 N 为疏松的，表面区域 S 在大部分粉末材料被熔化的情况下变为高密度。

在图 5A 中，标号 12 表示高密度区域，标号 16 表示低密度表面层，如同上面所讨论的，低密度表面层是由粉末材料的粘附产生的。位于高密度区域 12 里面的内部的密度低于高密度区域 12 的密度，但高于低密度表面层 16 的密度。

在许多烧结层 11 的形成过程中，例如当其总厚度达到铣刀头 41 的工具长度所预定的特定值时，表面层去除部件 4 开始切削当时已成形的三维物体的表面。例如，铣刀头 41 的刀具（圆头铣刀）直径为 1 毫米，有效刀片长度为 3 毫米，他们可以完成深度为 3 毫米的切削。因此，如果粉末层 10 的厚度  $\Delta t_1$  为 0.05 毫米，在形成 60 层烧结层 11 时可使表面层去除部件 4 开始驱动。

如图 5A，这种表面层去除部件 4 可去除粉末粘附在成形物体的表面所产生的低密度表面层 16，同时可切掉一部分高密度区域 12，藉此使高密度区域 12 露在成形物体的整个表面之外，如图 5B 所示。为此，烧结层 11 的形状尺寸略大于理想形状 M。

通过示例，当沿理想轮廓线的光束 L 在下面给定的条件下照射时，每一烧结层 11 的水平尺寸（宽度）可达到约 0.3 毫米，大于理想形状 M 的水平尺寸。

激光功率：200 瓦

激光光点直径: 0.6 毫米

扫描速度: 50 毫米/秒

垂直方向上的多余厚度可等于或不同于水平方向上的多余厚度。修改表示理想形状 M 的垂直尺寸的原始数据可得到烧结层 11 的外形的垂直尺寸。

图 6A 描述了水平方向上的多余厚度基本上与垂直方向上的多余厚度相同的情况, 而图 6B 描述了水平方向上的多余厚度不同于垂直方向上的多余厚度的情况。在图 6A 和 6B 中, 虚线表示烧结层 11 的形状, 而实线表示理想形状 M。

如前所述, 切削路径与激光照射路径由三维计算机辅助设计的数据确定。尽管可确定基于所谓轮廓线加工方法的切削路径, 但切削路径的垂直间距不总是要求与烧结过程中的叠压间距相同。如图 7 所示, 如果目标物体具有平缓斜坡, 就可减少垂直间距以得到平滑的表面。

在使用直径为 1 毫米的圆头铣刀进行切削的情况下, 较佳的是将工具的切削深度、进给速度和旋转速度分别设定在 0.1-0.5 毫米、5-50 米/分和 20,000-100,000 转/分。

切削将以图 8 所示方式进行。尤其是将具有较小能量密度的光束 (激光束) L 照射并加热就位于工具 44 前的物体部分以使前者软化后者。用工具 44 切削软化的部分以减少切削力, 可减少切削时间并延长工具 44 的使用寿命。

也如图 9 所示, 光束 L 可照射就在工具 44 经过后的部分上。这种做法可熔化并凝固或热处理该部分, 因而增大其密度。

图 10 描述了图 1 所示的装置的修改。图 10 所示的装置包括一安装在表面层去除部件 4 的 XY 驱动件 40 上的照射头 35, 它借助一光纤 36 以输出从烧结层形成部件 3 的激光束发生器 30 接收到的光束。该构造有助于减少零件的数量。

图 11 描述了图 1 所示的装置的另一修改。图 11 所示的装置包括一位于精加工机器 41 附近的吸入嘴 51 以及一与吸入嘴 51 相连的空气泵 50。作为排放装置的吸入嘴 51 用于将与切削同时产生的未烧结粉末或切屑排放出去。由于不仅未烧结粉末或切屑会阻止表面层去除部件 4 的去除作业, 而且切屑偶尔会被校平刀片 21 所携带并妨碍校平刀片 21 形成平坦的粉末层 10, 因此吸入嘴 51 的设定是十分有效的。切屑被夹在校平刀片 21 和成形物体之间, 偶尔会使校平刀片 21 停滞在该处。

图 12A 描述了并排设置连接空气泵 50 的吸入嘴 51 和铣削头 41 的情况, 而图 12B 描述了同心设置吸入嘴 51 和铣削头 41 的情况。在两种情况下, 吸入嘴 51

都紧靠在铣削头 41 的附近。

如图 13A 和 13B 所示, 可将吸入嘴 51 设计为可选择地与粉末容器 52 或切屑容器 53 相通。在这种情况下, 使吸入嘴 51 在切削前与粉末容器 52 相通以引导未烧结粉末, 以及是吸入嘴 51 在切削的同时与切屑容器 52 相通以引导切屑。这种做法不会使切屑混入未烧结粉末, 以便重新使用未烧结粉末。

与此同时, 如果未烧结粉末被吸入嘴 51 去除, 那么在去除未烧结粉末后, 烧结层 (或多层) 11 上将需要大量粉末以形成新的粉末层 10。多次反复进行去除未烧结粉末的过程的情况下, 在每次烧结前必须将粉末填入已去除的未烧结粉末的全部空间, 导致损失大量时间。

为了解决该问题, 可将树脂或蜡填满这些空间, 如图 14A 所示, 它们将被凝固以形成凝固部分 18。如图 14B 所示, 在这种情况下, 在最上面的烧结层 11 和凝固部分 18 上形成下一粉末层 10, 使其可以减少所需粉末的数量并防止切屑混入未烧结粉末中。

或者, 如图 14C 所示, 未烧结粉末可以用冷冻的方法进行凝固, 例如从喷嘴 54 中吹出液态氮。如有必要, 含有湿气的气体可与液态氮共同使用。

尽管在上述实施例中, 表面层去除部件 4 使用一切削工具, 但也可使用高功率激光器。通过示例, 一具有最大输出功率大于 10 千瓦的 Q 开关 YAG 激光器 (Q-switch YAG laser) 通过使其立即蒸发可快速地去掉低密度表面层 16。此外, 被去除部分并不局限于低密度表面层 16。甚至是取决于目标物体的形状所产生的、原本多余的部分也可被去除。

如图 15 所示, 较佳的是可将吸入嘴 51 安装在驱动件上, 该驱动件可用来驱动粉末层形成部件 2 的校平刀片 21。该构造不需要使用任何专门用于吸入嘴 51 的驱动机构, 可简化装置的结构。

另一方面, 如图 16A 所示, 吸入嘴 51 可以安装在专用的 XY 驱动件 55 上, 或者如图 16B 所示, 安装在表面层去除部件 4 的 XY 驱动件 40 上。将 XY 驱动件 40 或 55 设计成在精加工机器 41 的前面移动的吸入嘴 51, 并且沿每一待成形平面的轮廓线移动吸入嘴 51, 使吸入嘴 51 吸走烧结层 (或多层) 11 周围的未烧结粉末。该构造可防止表面层去除部件 4 将未烧结粉末夹住, 可得到高精度的表面。

图 17 描述了本发明的第二实施例的用来制作三维物体的装置。其中所示的装置包括一用于形成一粉末层 10 的粉末层形成部件 2、一用于形成烧结层 11 的烧结层形成部件 3 以及一用于去除低密度表面层的表面层去除部件 4。在一圆筒

体围绕的一空间内垂直移动的烧结台 20 上施加有机或无机粉末材料, 使用校平刀片 21 将粉末材料校平, 可使粉末层形成部件 2 形成所需厚度为  $\Delta t_1$  的粉末层 10。驱动件 5 驱使烧结台 20 上下移动。激光束发生器 30 发出的激光借助扫描光学系统照射在粉末层 10 上, 使烧结层形成部件 3 形成烧结层 11, 所述扫描光纤系统包括偏转板 31 和类似装置。表面层去除部件 4 包括安装在其基部上的 XY 驱动件 40 和安装在 XY 驱动件上的精加工机器 41。图 17 所示装置进一步包括一用于控制上述部件和设备的控制器 60, 还包括一带有照相机 64 的对准件 62, 该照相机可获得烧结台 20 上的图像数据, 控制器 60 可进行对准程序。

在使用上述装置制作理想形状的三维物体的过程中, 首先形成一具有形状的基部 22, 该形状对应于三维物体的整个下部结构或其一部分的结构。基部 22 可以是任何能与其上形成的烧结层相结合的材料。

如图 18A 所示, 基部 22 置于烧结台 20 上, 由精加工机器 41 根据要求进行所需的机加工。基于表示机加工后的形状的数据进行该机加工, 事先将预定条件加在三维物体的计算机辅助设计数据上, 可获得所述数据。

如图 18B 所示, 在加工后接通照相机 64, 通过获得其图像数据和探测从上方看到的轮廓线以确定烧结台 20 上的基部 22 的位置, 使得激光照射的位置可以与基部 22 的表面上将开始烧结的位置一致。此后, 具有较小能量密度的光束 L 在基部 22 的表面作标记, 照相机 64 可获得标记位置的图像数据。此时, 如图 19 所示, 如果光束 L 相对于基部 22 希望进行照射的位置 A 偏离光束 L 实际照射的位置 B, 控制器 60 将发觉该基部 22 的坐标和光束照射系统的坐标之间的偏差, 并予以校正。

如图 18C 所示, 在完成上述对准之时, 在烧结台 20 上施加粉末材料, 该粉末材料被校平刀片 21 校平, 以形成一厚度为  $\Delta t_1$  的粉末层 10。然后, 光束 L 照射粉末层 10, 用以烧结所需区域。在反复进行粉末层 10 的形成和光束 L 的烧结之后, 可获得由基部 22 制成的下部结构和许多烧结层 11 互相叠压而成的上部结构, 如图 18D 所示。

基部 22 的设定将不再需要叠压并烧结相当于基部 22 厚度的一定数量的粉末层 10, 这一费时的工作可被免除。

如果机加工基部 22 所需的时间长于形成与基部 22 形状相同的许多烧结层 11 所需的时间, 则基部 22 的设定将导致增加制作三维物体的时间。因此, 将预先模拟机加工基部 22 的过程和形成烧结层 11 的过程, 如果前者所需时间短于后者所

需时间，可使用基部 22。

如图 20 所示，根据结构进一步讨论基部 22 的使用。

仅当用机加工制作该结构的部分 C 所需的时间短于层叠多层烧结层 11 制作部分 C 所需的时间时，图 20 的结构才可用作为基部 22。相反，如果用机加工制作部分 C 所需的时间长于层叠多层烧结层 11 制作部分 C 所需的时间，将对部分 D 进行机加工以形成没有部分 C 的基部 22。

尽管已经结合附图以举例的方式对本发明进行详细的叙述，然而应当注意的是，本技术领域的熟练人员将清楚会有多种变化和修改。因此，除非这些变化和修改脱离了本发明的精神和范围，都可将它们解释为包括于本发明中。

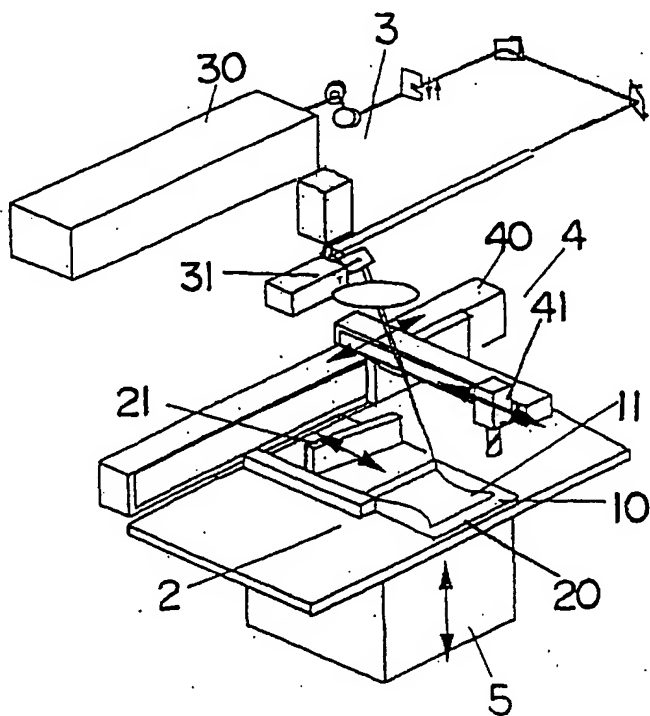


图 1

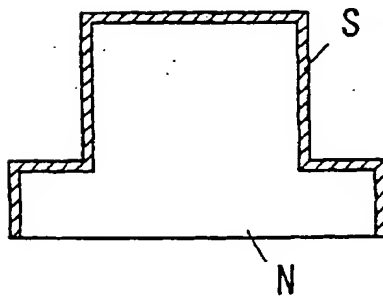


图 4

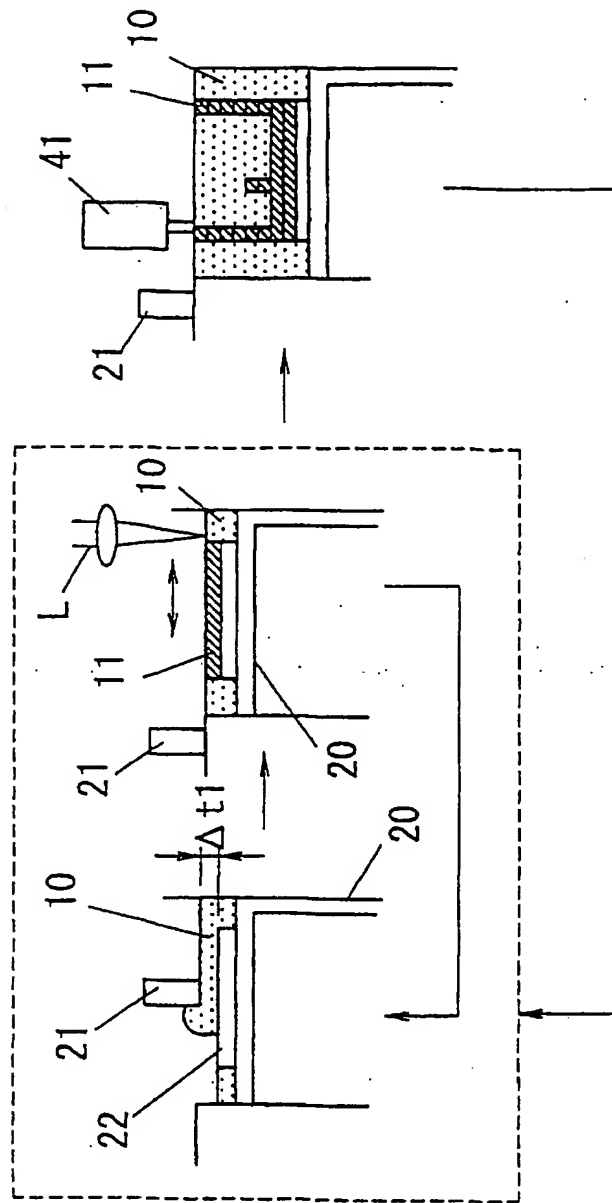


图 2

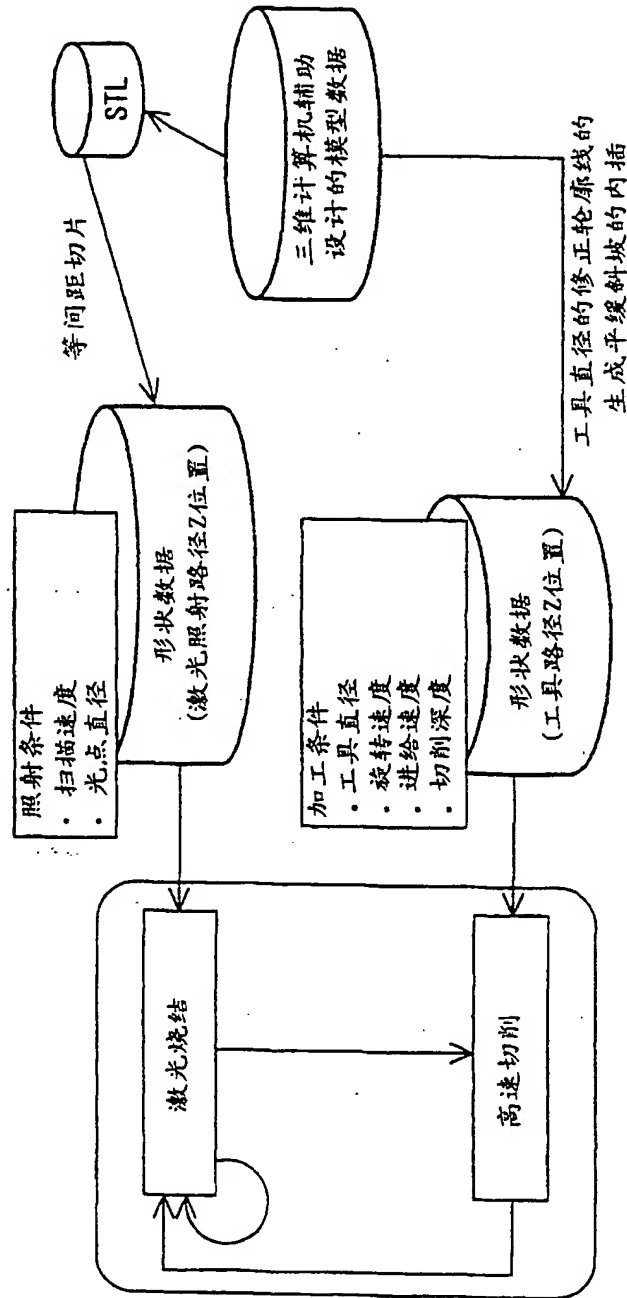


图 3



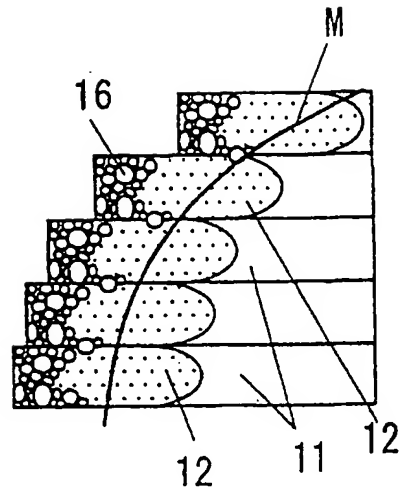


图 5A

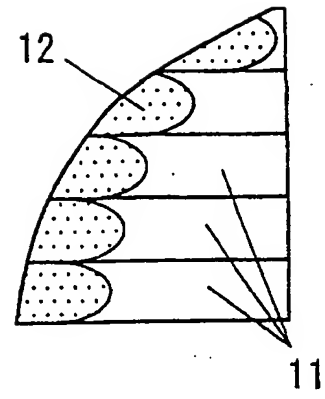


图 5B

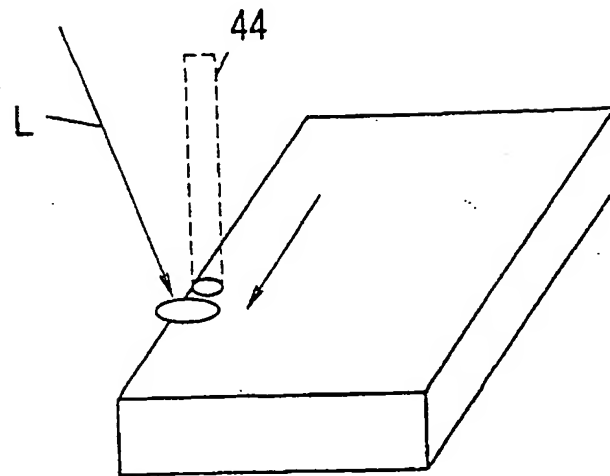


图 8

01.10.08

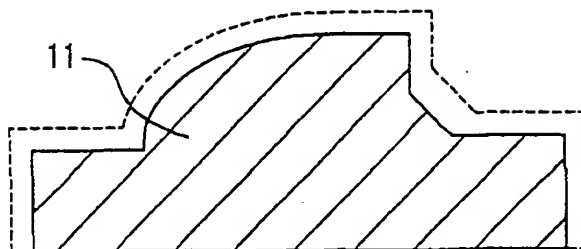


图 6A

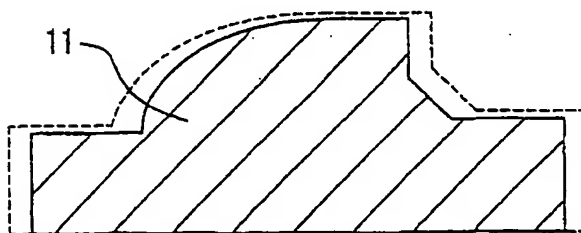


图 6B

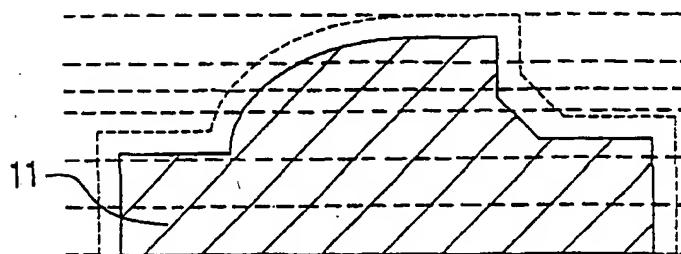


图 7

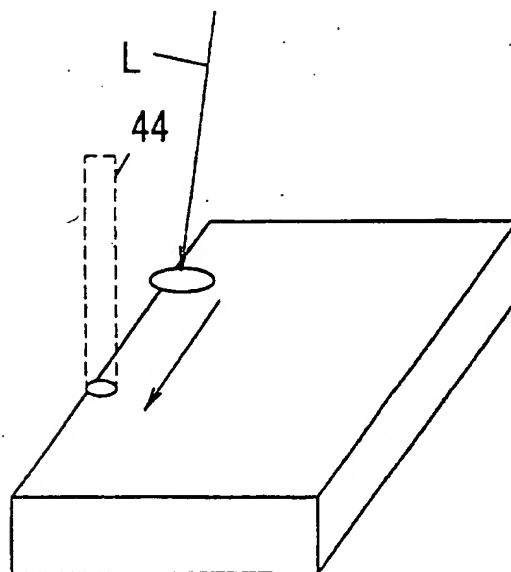


图 9

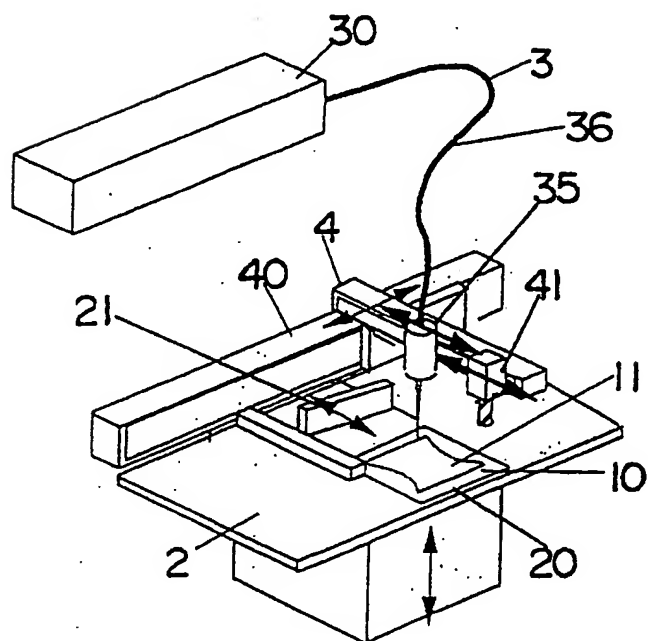


图 10

01.10.08

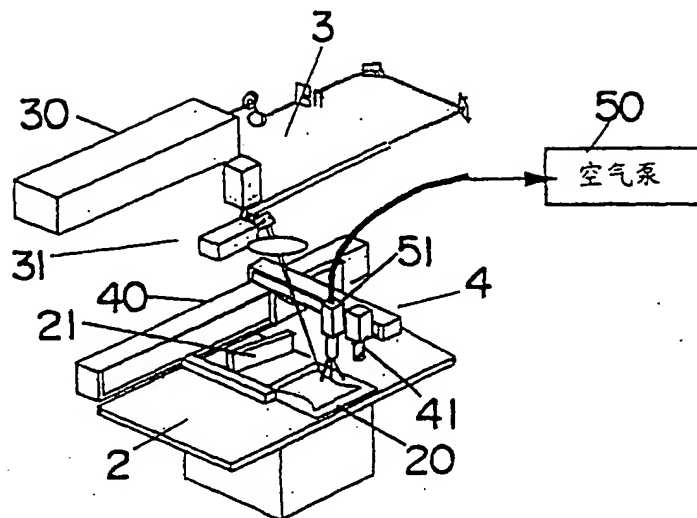


图 11

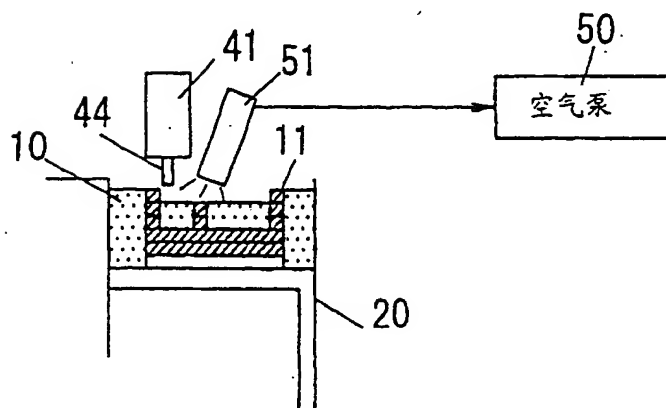


图 12A

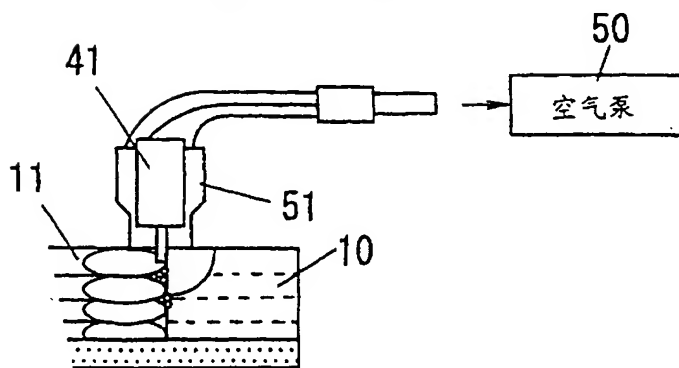
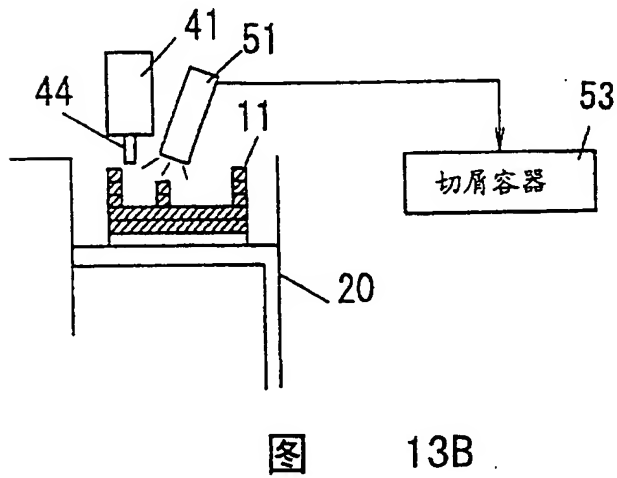
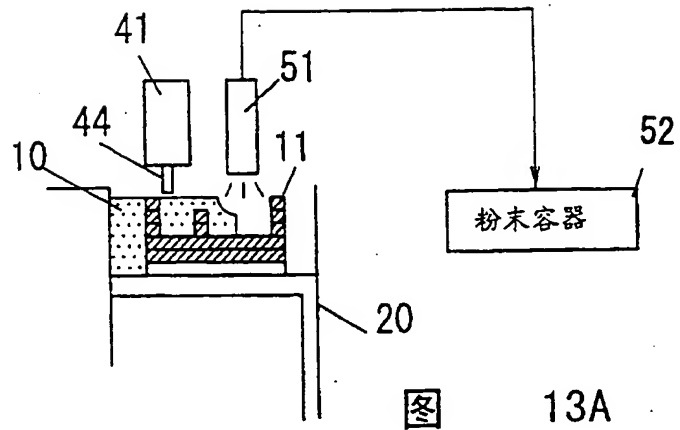
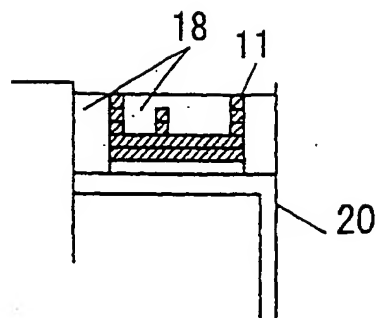


图 12B

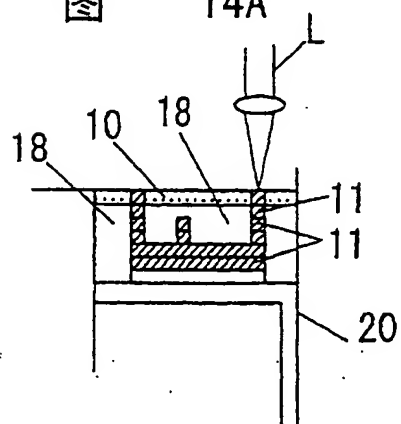


01.10.08



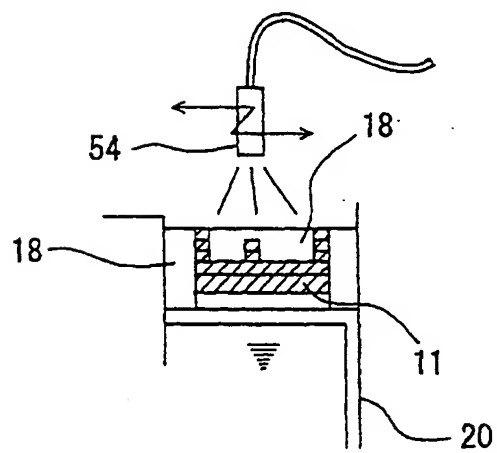
图

14A



图

14B



图

14C

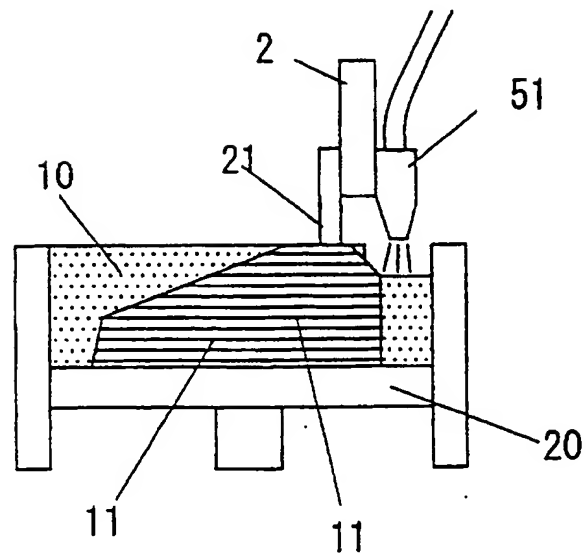


图 15

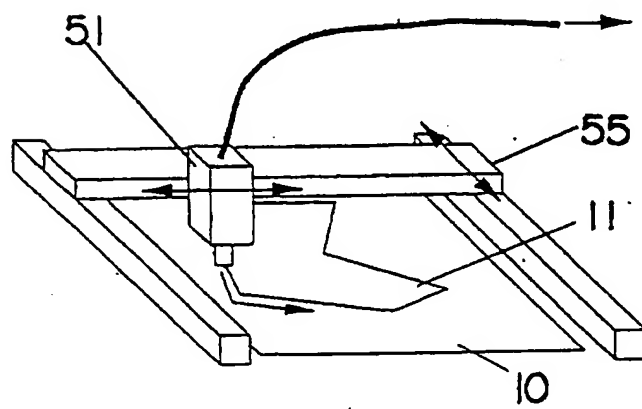


图 16A

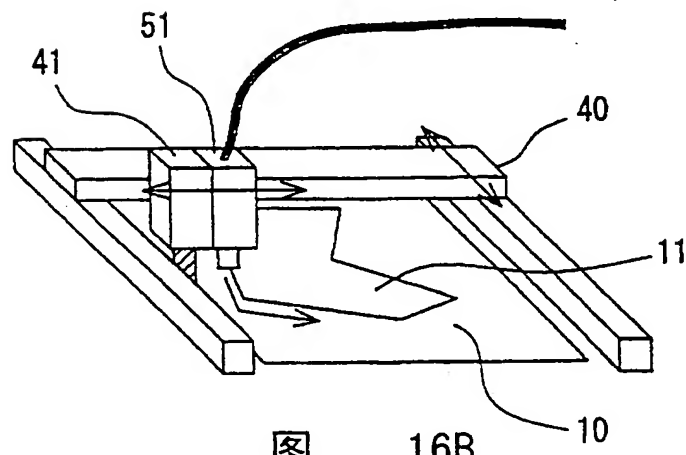


图 16B

01.10.08

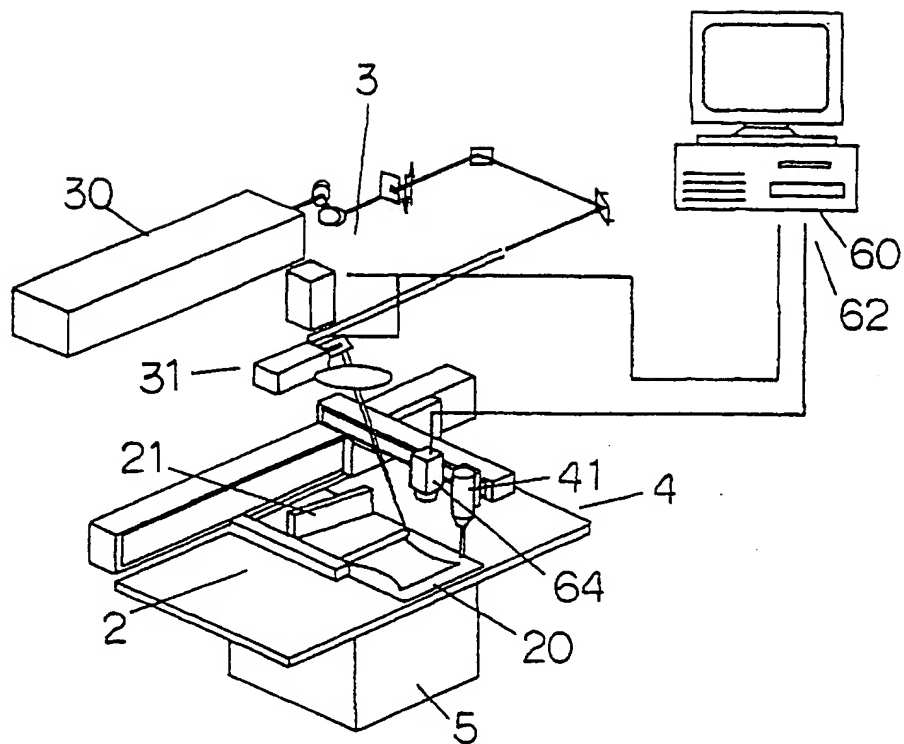


图 17

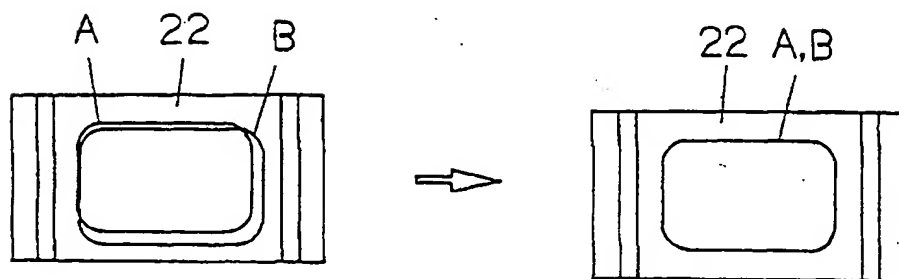


图 19



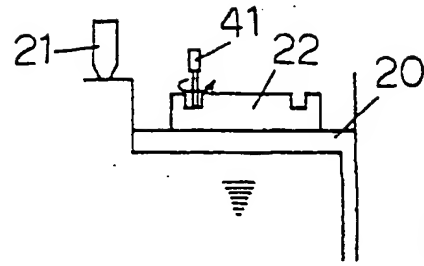


图 18A

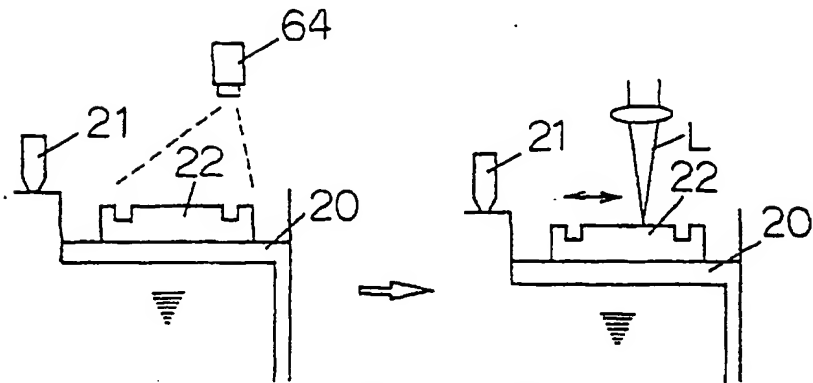


图 18B

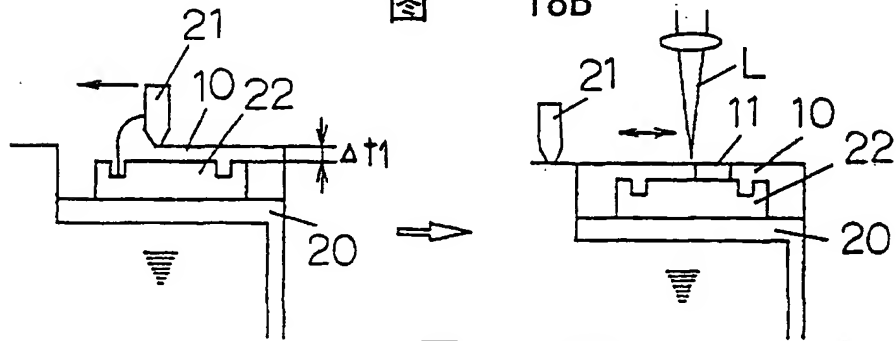


图 18C

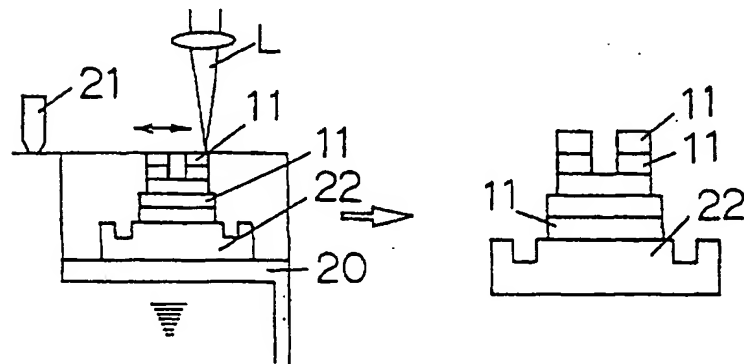


图 18D

01.10.08

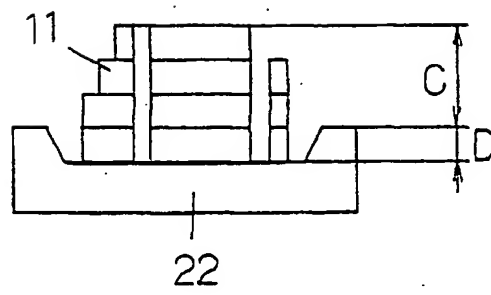
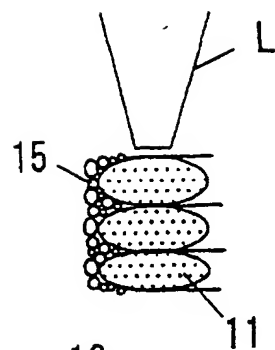
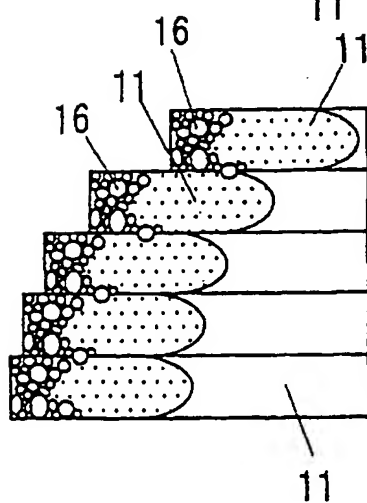


图 20



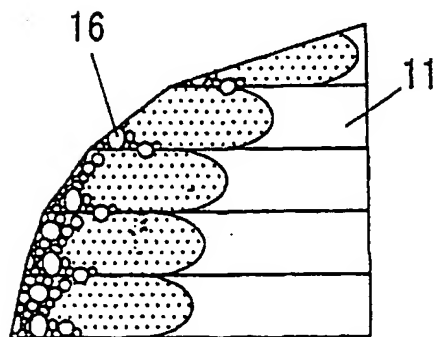
图

21A



图

21B



图

21C

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**